



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

PENGGANDAAN KROMOSOM PADA TUMBUHAN ANDALAS (*Morus macroura* Miq. var *macrourda*) DENGAN PERLAKUAN KOLKISIN

SKRIPSI



ANZHARNI FAJRINA
0810422017

JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG 2012

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

"Dan apabila hamba-hamba-Ku bertanya kepadamu tentang Aku, maka (jawablah), bahwasanya Aku adalah dekat. Aku mengabulkan permohonan orang yang berdoa apabila ia memohon kepada-Ku, maka hendaklah mereka itu memenuhi (segala perintah)-Ku dan hendaklah mereka beriman kepada-Ku, agar mereka selalu berada dalam kebenaran."
(QS. Al Baqarah : 186)

Waktu mengalir dalam butiran pasir-pasir perjuangan yang penuh lika-liku..
Lubang-lubang kehidupan terus mengejar impian menyatu dalam buih-buih harapan..
Secerach kebahagiaan telah membalut setiap langkah ketekunan dan keyakinan yang teguh..
Ungkaran masa depan akan terukir indah dalam setiap desahan nafas yang selalu mengingatNya
dan teruntai bersama semangat untuk meraih tinta emas.

Alhamdulillahirobbil' alamin...

Dengan rasa syukur kepadaMu ya Allah, ku persembahkan karya kecil ini. . .

Untuk keluargaku tercinta. . .

Ayahanda Drs. Fardinal Tanjung dan Ibunda Netti Wami BA (Almh) sebagai jiwa dan hidupku (doa, kasih sayang, dan pengorbanan ayah ibu lah yang membuat lna tetap tegar dalam menghadapi rintangan dan terus semangat dalam meraih impian. Semoga karya kecil ini bisa mengukir seulas senyuman di wajah ayah dan ibu).

Untuk Abangku Alfian Fadhli S. Kom (terima kasih bang, atas semua nasehatnya)

Untuk adik-adikku Amalia Fahima dan Azki Fuadi (rajinlah belajar semoga cepat menyusul kakak)

Terima kasih ku hanturkan....

Untuk Tim Morus (Eron dan Widiad dan Gita... atas semua kerjasama, kebersamaan, hari-hari indah dan penuh perjuangan dilabor.

Untuk Tim genetika (Ryki, Yulizah, Dwindi, Zhila, Rara, Icha) ...terima kasih telah menjadi tempat bertukar pikiran dan berkeluh kesah.

Untuk Pak Id, Da Nal, Kak Desi, Kak Awak, Kak Igen, Kak Ili, Kak Putri, Kak Egi, Kak Ona... atas semua bantuan, curahan pengalaman dan ilmunya.

Untuk Uci, Dina, Nadra, Sari, Dilia, dan Rhizanthess oe...atas kenangan sedih dan senang dalam setiap kesempatan bersama, kenangan itu akan tetap terekam dalam memoriku.

Thanks for All, atas untai doa, puaran semangat dan jalinan kasih selama ini... ☺

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, karena berkat rahmat, nikmat dan karuniaNya skripsi ini dapat diselesaikan, yang merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi tingkat Sarjana pada Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas Padang. Skripsi ini disusun berdasarkan hasil penelitian dalam mata ajaran Genetika dengan judul **“Penggandaan Kromosom pada Tumbuhan Andalas (*Morus macroura* Miq. var *macroura*) dengan Perlakuan Kolkisin”**.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya ditujukan kepada Bapak Prof. Dr. Mansyurdin, MS dan Ibu Netty WS, MS yang telah membimbing dan memberi petunjuk dan saran kepada penulis dalam pelaksanaan penelitian sampai tersusunnya skripsi ini. Selanjutnya ucapan terima kasih juga ditujukan kepada:

1. Prof. Dr. H. Emriadi, MS selaku dekan Fakultas MIPA dan Bapak/Ibu karyawan Dekanat yang telah memberikan kelancaran segala urusan akademik di lingkungan Fakultas FMIPA Universitas Andalas.
2. Dr. Anthoni Agustien, MS selaku Ketua Jurusan Biologi, Bapak dan Ibu staf pengajar Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Andalas yang telah membekali penulis dengan berbagai disiplin ilmu.
3. Bapak Prof. Dr. Dahelmi selaku penasehat akademik yang telah banyak membantu, memberi nasehat, arahan dan semangat dalam segala urusan akademik penulis.
4. Ibu Dr. Dewi Imelda Roesma, Ibu Dr. Zozy Aneloi Noli, dan Bapak M. Idris MSi selaku penguji seminar proposal, seminar hasil, dan sidang ujian sarjana

yang telah memberikan bimbingan, saran, kritikan dan arahan dalam penelitian dan penulisan skripsi ini.

5. Penelitian Dosen Muda M. Idris MSi “Induksi Poliploid Menggunakan Kolkisin pada Somaklonal Andalas (*Morus macroura* Miq. var. *macroura*) Sebagai Upaya Peningkatan Toleransinya Terhadap Cekaman Kekeringan *In Vitro*”.
6. Bapak Dr. Syaifullah dan Bapak Drs. Suwirman MS selaku kepala Laboratorium Genetika dan Sitologi, Laboratorium Kultur Jaringan dan Fisiologi Tumbuhan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang.
7. Bapak Dr. Djong Hon Tjong, MSi yang telah membantu dan meluangkan waktu dalam pengamatan kromosom Andalas.
8. Karyawan dan karyawan di lingkungan Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang.
9. Rekan-rekan mahasiswa khususnya Rhizantes 08 yang telah ikut membantu dalam pelaksanaan penelitian hingga selesainya skripsi ini.

Selaku manusia biasa yang tak pernah lepas dari salah, disadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Namun, dibalik itu semua besar harapan penulis agar skripsi ini dapat sedikit bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan penelitian selanjutnya, khususnya dalam bidang genetika.

Akhir kata, atas segala kekurangan penulis mohon maaf. Wabillahi taufik walhidayah assalamu'alaikum wr.wb.

Padang, Juli 2012

Penulis

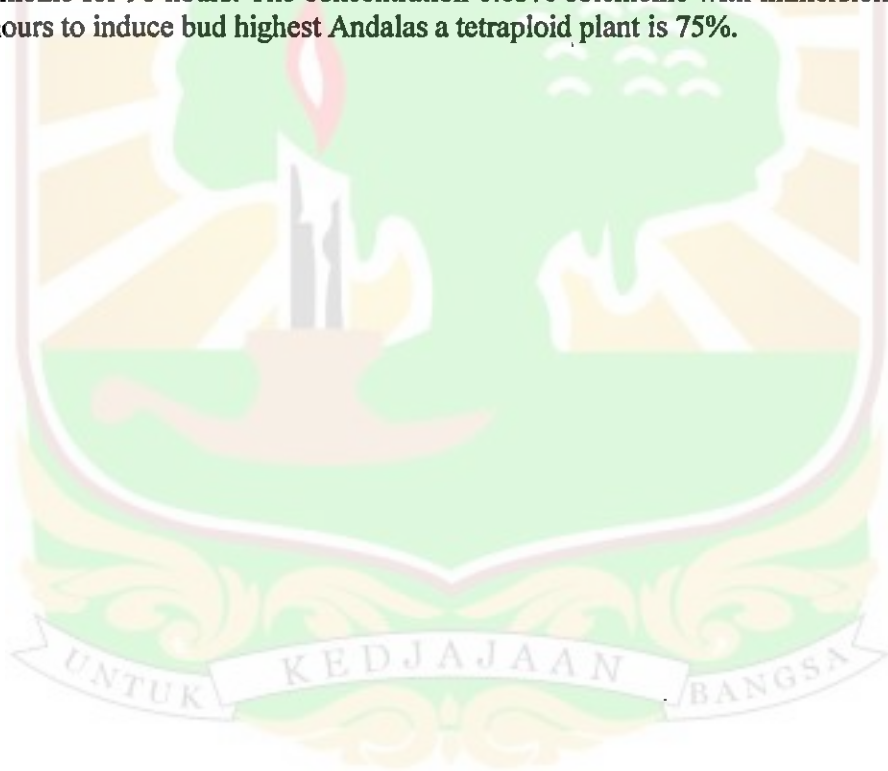
ABSTRAK

Penelitian tentang penggandaan kromosom dari tunas tumbuhan Andalas (*Morus macroura* Miq. var. *macroura*) dengan perlakuan kolkisin telah dilakukan dari bulan Desember 2011 sampai bulan Mei 2012 di Laboratorium Kultur Jaringan dan Fisiologi Tumbuhan, Laboratorium Genetika dan Sitologi Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang. Penelitian ini dilakukan untuk 1) mengetahui respon pertumbuhan planlet terhadap perlakuan kolkisin; 2) mengetahui konsentrasi kolkisin dan waktu perendaman terbaik untuk menginduksi tanaman tetraploid. Konsentrasi kolkisin yang digunakan yaitu 0,05; 0,1; 0,15 % dengan lama perendaman 72 dan 96 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase muncul akar tertinggi, hari terbentuknya akar tercepat diperoleh dari kolkisin dengan konsentrasi 0,15% selama 96 jam dan persentase muncul akar terendah, hari terbentuknya akar terlama diperoleh dari kolkisin dengan konsentrasi 0,05% selama 96 jam. Konsentrasi kolkisin 0,05% dengan lama perendaman 96 jam paling tinggi untuk menginduksi tunas tumbuhan Andalas menjadi tetraploid yaitu sebesar 75 %.



ABSTRACT

The research about doubling the chromosomes plant shoots of Andalas (*Morus macroura* Miq. var. *macroura*) with colchicine treatment has been carried out from December 2011 until May 2012 at the Laboratory of Tissue Culture and Plant Physiology, Laboratory of Genetics and Cytology Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Andalas University, Padang. The study was conducted to 1) study the response of plantlet growth to colchicine treatment, 2) find the best concentrations and periode time of colchicine which able to induced the tetraploid plants. Colchicine concentrations used are 0.05, 0.1; 0.15% with the old 72 and 96 hours of immersion. The results showed that the highest percentage of emerged roots, today the fastest root formation is obtained with a concentration of 0.15% colchicine for 96 hours and the lowest percentage of emerged roots, the longest day of the formation of roots obtained from the concentration of 0.05% colchicine for 96 hours. The concentration 0.05% colchicine with immersion time of 96 hours to induce bud highest Andalas a tetraploid plant is 75%.



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian	5
1.3.1 Tujuan Penelitian	5
1.3.2 Manfaat Penelitian	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.	6
2.1 Tumbuhan Andalas (<i>M. macroura</i> Miq. var <i>macroura</i>)	6
2.2 Kultur <i>In Vitro</i> Tumbuhan Andalas	8
2.3 Kolkisin dan Induksi Poliploidi	10
2.4 Jumlah Kromosom Moraceae	12
BAB III. PELAKSANAAN PENELITIAN	13
3.1 Waktu dan Tempat	13
3.2 Metode Penelitian	13
3.3 Alat dan Bahan	12

3.3.1 Alat	14
3.3.2 Bahan	14
3.3.3 Bahan Tumbuhan	14
3.4 Cara Kerja	15
3.4.1 Sterilisasi alat	15
3.4.2 Persiapan media kultur	15
3.4.3 Penanaman eksplan pada setiap tahap penelitian	16
3.4.3.1 Propagasi somaklonal Andalas sebagai sumber eksplan	16
3.4.3.2 Perlakuan induksi poliploid tunas Andalas menggunakan kolkisin	16
3.4.3.3 Pemindahan eksplan dari media induksi poliploid ke media inisiasi tunas	17
3.4.3.4 Pemindahan eksplan dari media inisiasi tunas ke media perakaran.....	17
3.4.4 Pemeliharaan eksplan di ruang inkubasi.....	18
3.4.5 Pembuatan preparat kromosom	18
3.5 Parameter Pengamatan	18
3.5.1 Respon pertumbuhan planlet terhadap perlakuan kolkisin	19
3.5.2 Tingkat ploidi ujung akar planlet Andalas terhadap perlakuan kolkisin	19
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Respon Planlet Andalas Terhadap Perlakuan Kolkisin	20
4.2 Tingkat Ploidi Ujung Akar Planlet Andalas Terhadap Perlakuan Kolkisin	23
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	26
5.1 Kesimpulan	26

5.2 Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN.....	32



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Pengaruh konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap persentase muncul akar dan lama terbentuknya akar setelah delapan minggu disubkultur ada media perakaran.....	20
2. Tingkat ploidi sel planlet Andalas hasil perlakuan kolkisin.....	23



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tingkat ploidi pada sel ujung akar planlet Andalas hasil perlakuan kolkisin.....	24



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Persentase muncul akar dan standar deviasi rata-rata hari pertama muncul akar.....	32
2. Tabel komposisi medium Murashige & Skoog (MS)	38
3. Gambar tanaman Andalas yang sudah berakar dalam medium perakaran pada berbagai perlakuan.....	39



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tumbuhan Andalas (*Morus macroura* Miq. var. *macroura*) merupakan flora identitas atau maskot daerah Sumatra Barat yang termasuk dalam famili Moraceae (Dahlan, 1994). Alasan penetapan tumbuhan Andalas diambil sebagai maskot flora Sumatra Barat adalah karena tumbuhan Andalas termasuk salah satu jenis tumbuhan yang khas dan kata Andalas telah populer seperti halnya pohon Andalas (Sumatra). Selain itu tumbuhan Andalas tidak banyak dikenal orang dan untuk mengangkat daerah Sumatra Barat, maka pemerintah daerah Sumatra Barat memilih tumbuhan Andalas ini sebagai maskot daerah (Wydiastuti, 1993, cit. Desniwarni, 1996).

Tanaman Andalas mempunyai nilai ekonomi yang cukup tinggi, karena harga kayunya mahal serta berguna sebagai bahan baku industri. Kayu andalas tergolong awet dengan sifat sedang, berat, kuat dan besar serta mudah dikerjakan (Amperawati dan Sapulete, 2001). Menurut Prawira dan Oetja (1975), kayu tanaman Andalas digunakan untuk tiang, papan dan bangunan rumah, mebel, dan mempunyai BD 0,75, termasuk kelas awet I.

Tumbuhan Andalas sangat baik dikembangkan untuk tanaman hutan industri karena kualitas kayunya yang sangat baik, kuat dan tahan terhadap rayap serta adanya senyawa kimia yang berpotensi sebagai obat leukemia, anti tumor dan anti bakteri. Namun untuk pengembangan tumbuhan Andalas sebagai tanaman industri terkendala oleh habitat dan daerah penyebarannya yang terbatas pada wilayah dataran tinggi dan pegunungan dengan kondisi lingkungan yang relatif lembab dan curah hujan yang cukup tinggi.

Menurut Ditjen BPDASPS (2010), total luas lahan kritis di Indonesia sebesar 82,1 juta Ha dengan rincian luas lahan sangat kritis dan kritis adalah 29,9 juta Ha, sedangkan luas lahan agak kritis 52,2 juta Ha. Namun, lahan tersebut tidak dapat dimanfaatkan untuk pengembangan tanaman Andalas sebagai tanaman industri karena tanaman Andalas tidak cocok pada lahan tersebut. Untuk pengembangan pohon Andalas sebagai tanaman industri pada habitat yang lebih luas pada lahan yang kritis maka perlu memodifikasi sifat tumbuhnya. Oleh karena itulah diperlukan upaya untuk mendapatkan klon-klon tumbuhan Andalas yang memiliki daya adaptasi terhadap lingkungan yang ekstrim. Salah satunya upayanya adalah dengan meningkatkan ploidi atau penggandaan kromosom pada tumbuhan Andalas.

Menurut Suryo (1995), penggandaan kromosom dapat dilakukan dengan menggunakan zat penghambat mitosis seperti *asenafien*, *kloralhidrat*, *sulfanilamid*, *etil-merkuri-klorid*, *heksaklorosikloheksan*, dan *kolkisin*. Kolkisin ($C_{22}H_{25}O_6N$) merupakan alkaloid yang diekstrak dari biji dan umbi tanaman *Colchicum aurumnale* Linn. Menurut Eigsti dan Dustin (1957), kolkisin juga ditemukan pada tanaman *Merendra sp*, *Gloriosa superba*, *Veratrum album*, *Tulipa sylvestris*, dan lain-lain dengan bentuk dan kadar serta keaktifan yang berbeda-beda.

Induksi kolkisin dapat menyebabkan perubahan ekspresi gen sehingga dapat meningkatkan toleransi tumbuhan terhadap cekaman lingkungan berupa kekeringan. Di samping itu menurut Suryo (1995) biasanya tanaman kelihatan lebih kekar, bagian-bagian tanaman menjadi lebih besar (akar, batang, daun, bunga, buah), sel-selnya (tampak jelas pada sel-sel epidermis) lebih besar, inti sel juga lebih besar, buluh-buluh pengangkut mempunyai diameter yang lebih besar, dan stomata lebih besar.

Upaya induksi tetraploid telah banyak dilakukan, diantaranya pada tanaman anggrek (Sulistianingsih, Suyanto dan Noer, 2004), tomat (Santosa dan Anggorowati,

1993) dan cabai merah keriting dan cabai rawit (Mansyurdin, 2000). Dalam metode penggandaan kromosom, biasanya organ target yang dijadikan sebagai subjek dalam penelitian adalah biji, primordial tunas, rimpang, kalus dan ujung akar. Konsentrasi pemakaian kolkisin sebagai senyawa penginduksi poliploid beragam tergantung pada jenis tumbuhan dan organ target. Mansyurdin, Hamru dan Murni (2004), mendapatkan konsentrasi 0,025% kolkisin lebih efektif menginduksi kecambah cabai merah keriting dan cabai rawit menjadi tanaman tetraploid. Mansyurdin (2000) melaporkan bahwa kecambah cabai keriting dan cabai rawit dapat diinduksi dengan 0,01% sampai 0,5% larutan kolkisin selama 24 jam.

Sulistianingsih *et al.* (2004) melaporkan bahwa pemberian kolkisin dengan konsentrasi 0,02% selama 6 jam mampu meningkatkan kualitas bunga anggrek *Dendrobium hibrida*. Suryo (1995) mengemukakan bahwa larutan kolkisin efektif pada konsentrasi 0,001-1,00% dengan lama perlakuan 3-24 jam, tetapi pada benih yang berkulit keras seperti benih kedelai, kacang hijau dan kecipir konsentrasi 0,2% lebih dianjurkan dengan lama perendaman 3-24 jam.

Chaicharoen, Satrabhandhu dan Khuatrachue (1995) menggunakan larutan kolkisin dengan konsentrasi 0,025-0,2% selama 3-7 hari pada tanaman *Morus alba*. Chaicharoen *et al.* (1995) mendapatkan persentase jumlah tertinggi tanaman tetraploid didapatkan dengan pemberian kolkisin pada konsentrasi 0,1% selama 3 hari sebesar 47,22 %.

Tanaman tetraploid memiliki ukuran daun yang lebih besar dibandingkan tanaman diploidnya, seperti pada *Raphanus sativus* dan *Brassica campestris* (Kaloo, 1988), pada melon (Kurniawati, 2002). Menurut Brewbaker (1984) setiap penambahan jumlah pasangan kromosom hampir selalu diikuti oleh penambahan ukuran sel, sehingga mengakibatkan penambahan ukuran jaringan maupun organ. Rata-rata umur pertama berbunga kedua jenis cabai tetraploid lebih lama

dibandingkan dengan tanaman diploid. Santoso dan Anggorowati (1993) melaporkan bahwa masa perbungaan tanaman tomat teraploid lebih lambat dibandingkan dengan tanaman diploidnya. Menurut Stebbins (1971) bahwa siklus sel poliploid lebih lama dibandingkan siklus sel diploid sehingga pertumbuhan sel lebih lambat dan akibatnya masa vegetatif lebih panjang.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mansyurdin *et al.* (2004), didapatkan rata-rata tinggi tanaman kedua jenis cabai tetraploid lebih pendek dibandingkan dengan tanaman diploid. Diameter batang cabai keriting tetraploid lebih besar dibandingkan dengan tanaman diploid. Rata-rata ukuran daun kedua jenis cabai tetraploid lebih panjang dan lebar dibandingkan dengan tanaman diploid, begitu juga halnya dengan ukuran korola. Hasil yang sama juga diperoleh oleh Kurniawati (2002) bahwa tanaman melon teraploid lebih pendek dibandingkan dengan tanaman diploid.

1.2 Perumusan Masalah

Salah satu upaya untuk pengembangan pohon Andalas sebagai tanaman industri pada lahan kritis adalah melalui peningkatan ploidinya. Oleh karena itu yang menjadi perumusan masalah dalam hal ini adalah :

1. Bagaimana respon pertumbuhan planlet Andalas terhadap perlakuan kolkisin.
2. Berapa konsentrasi kolkisin dan lama waktu perendaman yang terbaik menginduksi planlet Andalas menjadi tetraploid.

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

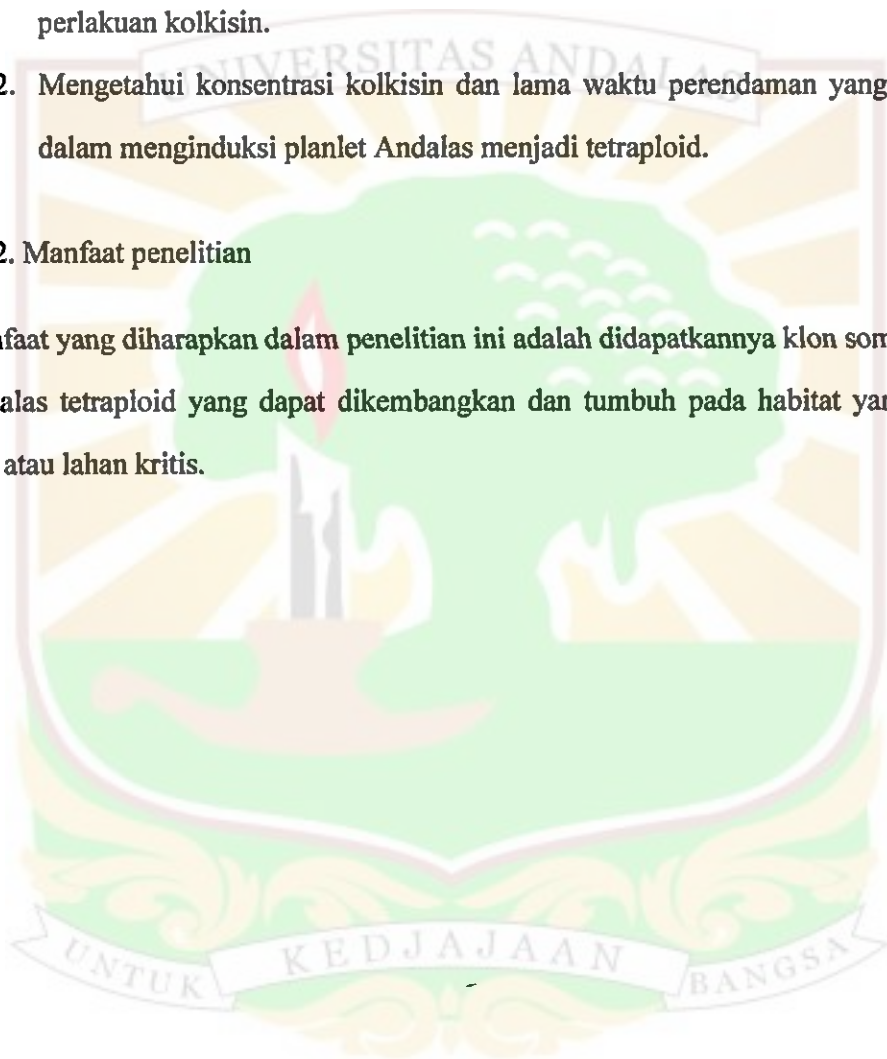
1.3.1 Tujuan penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui bagaimana respon pertumbuhan planlet Andalas terhadap perlakuan kolkisin.
2. Mengetahui konsentrasi kolkisin dan lama waktu perendaman yang terbaik dalam menginduksi planlet Andalas menjadi tetraploid.

1.3.2. Manfaat penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah didapatkannya klon somaklonal Andalas tetraploid yang dapat dikembangkan dan tumbuh pada habitat yang lebih luas atau lahan kritis.



II . TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tumbuhan Andalas (*M. macroura* Miq. var. *macroura*)

Tumbuhan Andalas (*M. macroura* Miq. var. *macroura*) merupakan salah satu tumbuhan langka Indonesia endemik Sumatera. Menurut Backer dan Van den Brink (1965, cit. Dahlan, 1994) tumbuhan ini termasuk pohon, dengan tinggi 15-60 m, batang bergetah putih. Bentuk daun bulat telur (ovatus) sampai jantung (cordatus), panjang x lebar helaian daun 5 – 22,1 cm x 3,2- 20,6 cm, pangkal daun membulat (obtusus)-rata (truncatus)- jantung (cordatus), ujung daun meruncing (acuminatus-caudatus), permukaan daun bagian atas kesat (scabrous) dan berambut rebah (strigose), pinggir daun bergerigi (serrulatus-serratus), jumlah pertulangan daun sekunder berjumlah empat sampai tujuh pasang, panjang petiolus 1,4 - 4,1 cm. Bunga tersusun bunga majemuk berbentuk bulir atau untai berwarna hijau. Bunga betina mempunyai empat sepal dan satu pistil (putik) yang terdiri dari satu tangkai putik, satu kepala putik (stigma) yang terbelah dua dan satu bakal buah. Bunga jantan mempunyai empat sepal yang membungkus empat stamen. Jumlah bunga dalam satu rangkaian bunga majemuk 0,3 – 1,5 cm dengan ditutupi bulu-bulu halus putih.

Menurut Corner (1962), tumbuhan Andalas diklasifikasikan sebagai berikut :

Divisio : Spermatophyta
Subdivisio : Angiospermae
Kelas : Magnoliopsida
Subkelas : Hamamelidae
Ordo : Urticales
Famili : Moraceae
Genus : Morus

Spesies : *Morus macroura* Miq. var. *macraoura*.

Tumbuhan Andalas merupakan tumbuhan dioceous. Menurut Dahlan (1993), pohon Andalas mempunyai bunga jantan dan betina yang terpisah satu sama lainnya sehingga menjadi kendala dalam memperbanyak tanaman secara seksual. Selain itu pohon Andalas berbunga tidak serentak antara pohon jantan dan pohon betina. Pohon jantan berbunga antara 3-4 minggu sejak kuncup bunga muncul. Sedangkan pohon betina berbunga antara 4-5 minggu.

Untuk kawasan Melanesia penyebarannya hanya beberapa lokasi di Sumatra. Di daerah Sumatra Barat tanaman ini terdapat di sekitar lembah antara gunung Merapi, gunung Singgalang dan gunung Sago. Disamping terdapat juga pada daerah lain seperti Batang Barus, Maninjau (Dahlan, 1992). Populasi tumbuhan Andalas ini sudah menurun. Menurut Pemerintah Daerah Tk. I Sumatera Barat (1991), penebangan dan pemanfaatan pohon Andalas yang relatif tinggi oleh penduduk untuk memenuhi kebutuhan hidupnya tidak diimbangi dengan penanaman atau pun pemeliharaan, akibatnya keberadaan tumbuhan ini sudah sangat terancam.

Sekarang ini populasi tumbuhan ini sudah sangat sedikit karena belum dibudidayakan dan pertumbuhannya yang cukup lama untuk mencapai dewasa. Selain itu, jarang dijumpai anakan pohon ini di alam. Diduga, adanya sifat inkompatibilitas antara polen dan putik menjadi penyebab utama gagalnya terbentuk biji yang viable, aktifitas manusia yang dalam penebangan tumbuhan Andalas tanpa diikuti dengan usaha penanaman kembali tumbuhan tersebut dan adanya serangan dan burung pemakan buah yang mengurangi potensial material reproduksi untuk berkembang (Dahlan, Mansyurdin dan Salsabila, 1993).

Saat ini tumbuhan Andalas sulit diperoleh, terutama kayu yang berukuran besar. Hal ini disebabkan karena adanya penebangan pohon Andalas oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Kayu tumbuhan Andalas digunakan untuk

tiang rumah, papan, pembuat merbel dan bahan bangunan lainnya. Kayunya keras serta mempunyai serat yang halus dan tahan. Kualitas kayunya yang baik menyebabkan orang sangat cepat menebang dan menjual, walaupun diameter batang baru 40 – 60 cm. Penebangan pohon yang sangat muda ini merupakan salah satu faktor dalam pengurangan jumlah populasi yang terdapat dilapangan, sedangkan anakannya sangat jarang didapatkan (Dahlan *et al.*, 1993).

Pohon Andalas mengandung beberapa senyawa kimia yang dapat menyembuhkan berbagai penyakit seperti leukemia, anti tumor, dan anti bakteri. Selain itu tumbuhan Andalas ini juga mengandung enam senyawa aktif yang tergolong senyawa turunan stilben yaitu *lunularin*, *oksiresveratol*, dan *andalasin*, juga senyawa turunan 2-arilbenzofuran yaitu *morasin M* serta senyawa turunan kumarin yaitu *umberiferon*, dan β -resolsidaldehid (Soekamto *et al.*, 2003).

2.2 Kultur *In Vitro* Tumbuhan Andalas

Kultur jaringan merupakan suatu metode untuk mengisolasi bagian dari tumbuhan seperti protoplast, sekelompok sel, jaringan dan organ serta menumbuhkannya dalam kondisi aseptik, sehingga bagian tersebut dapat memperbanyak diri dan berdegenerasi menjadi tumbuhan lengkap kembali (Gunawan, 1987). Penelitian *in vitro* pertama mengenai tumbuhan Andalas telah dilakukan oleh Darmansyah (1993) yang memperlihatkan potongan daun memberikan respon pembentukan kalus dan akar secara *in vitro* pada media MS dengan penambahan IAA dan Kinetin. Pohan (2006), melakukan kultur tunas Andalas pada beberapa media tanam secara *in vitro* yang mendapatkan medium MS sebagai medium yang paling baik digunakan dibandingkan dengan perlakuan media B5, SH, dan WPM. Selain itu Suwirmen (2007) juga melakukan perbanyakan bibit pohon Andalas secara *in vitro* dengan menggunakan medium Murashige-Skoog (MS) dengan penambahan 10 mg/l biotin

sebagai media inisiasi pucuk dan medium dasar MS dengan penambahan 3 mg/l BA dan 10 mg/l biotin sebagai media multiplikasi pucuk serta medium dasar MS setengah kekuatan dengan penambahan 10 mg/l biotin sebagai medium induksi perakaran.

Barus *et al.* (2010) melakukan multiplikasi tunas Andalas dengan penambahan Benziladenin dan Kinetin pada medium MS, didapatkan hasil bahwa pemberian Benziladenin (BA) memberikan respon yang terbaik terhadap multiplikasi tunas Andalas dibandingkan dengan kinetin. Konsentrasi Benziladenin (BA) 1 mg/l merupakan konsentrasi terbaik dalam merangsang proliferasi tunas aksilar Andalas dimana 100% eksplan mampu membentuk tunas lateral dengan rata-rata jumlah tunas 4,75 dan waktu muncul tunas pertama 8 hari setelah tanam.

Anis, Faisal, and Singh (2003) melakukan induksi perakaran terhadap tunas *M. alba* hasil perbanyakan secara *in vitro* menggunakan medium MS dengan penambahan 1 mg/l NAA dimana 70% planlet yang berakar berhasil tumbuh dengan baik sewaktu aklimatisasi. Astria *et al.* (2010) juga melakukan induksi perakaran terhadap tunas Andalas didapatkan bahwa tunas Andalas hasil perbanyakan *in vitro* dapat diakarkan pada medium MS setengah komposisi tanpa penambahan zat pengatur tumbuh ataupun MS setengah komposisi dengan penambahan zat pengatur tumbuh dalam konsentrasi yang rendah terutama untuk jenis IBA (dibawah mg/l) yang dikombinasikan dengan NAA (konsentrasi cukup tinggi) beserta penambahan arang aktif pada konsentrasi 2 g/l. Induksi perakaran pada medium MS setengah tanpa penambahan zat pengatur tumbuh dan arang aktif membutuhkan waktu sedikit lebih lama dalam memunculkan akar dibandingkan dengan penambahan zat pengatur tumbuh dan arang aktif.

Penggunaan PEG dalam menyeleksi tumbuhan Andalas yang toleran terhadap cekaman kekeringan secara *in vitro* telah dilakukan oleh Idris (2008), dimana

konsentrasi PEG yang digunakan berkisar antara 0% sampai 5% dan didapatkan hasil eksplan Andalas masih dapat bertahan hidup sampai konsentrasi PEG 3,7%. Puspita (2009), juga melakukan induksi kalus Andalas menggunakan Polietilena Glikol (PEG) dimana didapatkan konsentrasi yang mampu menginduksi kalus Andalas untuk meningkatkan toleransi terhadap cekaman kekeringan adalah 1% dengan persentase hidup kalus 50%, berat basah kalus rata-rata 0,07 gr dan kandungan prolin 2,597 mmol/g BB.

2.3 Kolkisin dan Induksi Poliploidi

Poliploidisasi merupakan proses penggadaan jumlah kromosom. Suryo (1995) menyatakan bahwa pada tumbuhan poliploidi bisa terjadi secara alami dan buatan. Secara alami poliploidi terjadi karena sel mengalami pemisahan yang tidak teratur selama mitosis, sehingga menghasilkan sel-sel yang menyebabkan jumlah kelipatan kromosomnya tetap berada pada generasi baru dari tanaman tersebut atau karena kromosom tidak memisah dari secara sempurna ke kutub sel pada waktu anafase yang mengakibatkan kromosom dalam gamet menjadi ganda. Secara buatan (induksi), poliploidisasi dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu *temperature shock* dan perlukaan (Hadley dan Openshaw, 1980, *cit.* Vitria, 2000), serta penggunaan zat-zat kimia seperti *asenafien*, *kloralhidrat*, *sulfanilamide*, *etil-merkuri-klorida*, *heksaklorosikloheksan*, dan *kolkisin*.

Kolkisin merupakan alkaloid mutagen poliploid, bersifat permiabel terhadap dinding dan membran sel, larut dalam cairan sitoplasma, serta dapat menghambat pembelahan sel dan menyebabkan poliploid. Didalam nukleus, kolkisin berikatan dengan mikrotubuli alfa dan beta yang berperan dalam pembentukan, pertumbuhan, pembelahan dan sitomorfogenesis. Benang-benang spindel tidak terbentuk dan kromosom tidak dapat ditarik ke bidang ekuator maupun kutub, sehingga tahap

prometafase yang dalam kondisi normal hanya berlangsung dalam beberapa menit dapat dihentikan dan diamati. Kolkisin juga menyebabkan kromosom mengerut, sehingga ukurannya memendek, terpecar-pencar, tidak terlalu tumpang tindih dan mudah diamati (Setyawan dan Suktino, 2000).

Jika konsentrasi larutan kolkisin terlalu tinggi atau waktu perlakuan lama perendaman terlalu lama, maka kolkisin akan memperlihatkan pengaruh negatif, yaitu penampilan tanaman menjadi lebih jelek, sel-sel banyak yang rusak atau bahkan menyebabkan matinya tanaman. Pemberian kolkisin pada tanaman memperlihatkan pengaruhnya pada nukleus yang sedang membelah. Proses mitosis mengalami modifikasi dimana tidak terbentuk benang spindel, sehingga kromosom-kromosom tetap tinggal berserakan dalam sitoplasma. Pada stadium ini kromosom-kromosom memperlihatkan gambaran seperti tanda silang. Akan tetapi kromosom-kromosom dapat memisahkan diri pada sentromernya dan dimulailah anafase. Selanjutnya terbentuklah dinding nukleus sehingga nukleus restitusi (nukleus perbaikan) mengandung jumlah kromosom lipat dua. Apabila pengaruh kolkisin telah menghambur, sel poliploid yang baru ini dapat membentuk spindel pada kedua kutubnya, dan membentuk nukleus anakan poliploid seperti pada telofase dari mitosis biasanya (Suryo, 1995).

Menurut Poespodarsono (1988), pengaruh poliploid dan cirinya antara lain inti dan isi sel lebih besar. Hal ini ditunjukkan oleh stomata dan butir serbuk sari. Daun dan bunga bertambah besar. Penambahan ini ada batasnya hingga bila terjadi pertambahan secara terus pada jumlah kromosom tidak menyebabkan penambahan secara berlanjut. Dapat terjadi perubahan senyawa kimia, termasuk peningkatan atau perubahan pada jenis atau proporsi karbohidrat, protein, vitamin, atau alkaloid. Laju pertumbuhan lebih lambat dibandingkan tanaman diploid dan berbunganya juga lambat. Meiosis sering tidak teratur, sehingga terjadi kromosom tidak berpasangan

terbentuk bivalen, trivalen, dan seterusnya. Segregasi genetik berubah sehingga perbandingan segregasi menjadi tetrasomik (pada tetraploid) dan seterusnya. Menurunnya fertilitas pada poliploid merupakan hal yang penting untuk diperhatikan pada pemuliaannya. Penurunan ini dapat terjadi pada daya hidup butir tepung sari dan jumlah biji.

Secara fisiologi terlihat bahwa kandungan senyawa metabolit baik primer maupun sekunder lebih tinggi dibandingkan tumbuhan normal. Senyawa metabolit yang tinggi sebagai hasil dari perubahan anatomis terutama pada organ-organ penghasil daun. Selain itu, senyawa metabolit sekunder untuk sistem pertahanan juga mengalami peningkatan dalam hal produksinya (Lestari, 2006 ; Kulkarni, Borse dan Chaphalkar, 2008). Secara sitologi, perubahan jumlah kromosom dari kromosom normal merupakan penanda utama terjadinya poliploidi pada sel-sel penyusun tumbuhan tersebut (Ye, Wang dan Tian, 2009).

2.4 Jumlah Kromosom Moraceae

Awasthi *et al.* (2004) melaporkan jumlah kromosom genus *Morus* secara umum $n = 14$ dimana *M. alba* Lin $2n = 2x = 28$, *M. ihoi* $2n = 2x = 28$, *M. rubra* Linn $2n = 2x = 28$, *M. nigra* Linn $2n = 2x = 28$, *M. multicaulis* perr $2n = 2x = 28$, *M. indica* $2n = 2x = 28$, *M. latifolia* $2n = 2x = 28$, *M. sinensis* $2n = 2x = 28$, *M. australis* $2n = 2x = 28$. Selain itu Ermayanti dan Hastuti (2009) melaporkan jumlah kromosom *Morus macroura* Miq $2n = 28$ dan $4n = 56$.

III . PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2011 sampai Mei 2012 di Laboratorium Kultur Jaringan dan Fisiologi Tumbuhan, Laboratorium Genetika dan Sitologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang.

3.2 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen yang dimulai dari propagasi somaklonal Andalas sebagai sumber eksplan, induksi poliploid tunas Andalas, inisiasi tunas Andalas, dan induksi perakaran tunas Andalas. Untuk induksi poliploid, tunas dari tumbuhan Andalas diperlakukan dengan :

- A. Kontrol (tanpa perlakuan dan waktu pemakaian kolkisin),
- B. Konsentrasi kolkisin 0,05% selama 72 jam,
- C. Konsentrasi kolkisin 0,05% selama 96 jam,
- D. Konsentrasi kolkisin 0,10% selama 72 jam,
- E. Konsentrasi kolkisin 0,10% selama 96 jam,
- F. Konsentrasi kolkisin 0,15% selama 72 jam,
- G. Konsentrasi kolkisin 0,15% selama 96 jam.

Jumlah tunas yang disiapkan dalam pengamatan respon pertumbuhan planlet Andalas terhadap perlakuan kolkisin berjumlah 105 tunas yang terbagi dalam tiga set perlakuan. Sehingga satu set perlakuan ada 35 tunas, dengan masing-masing perlakuan lima tunas. Pengamatan respon pertumbuhan planlet Andalas terhadap perlakuan kolkisin hanya satu set perlakuan yang mewakili. Jumlah planlet yang

MILIK
UPT PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS ANDALAS

diamati untuk pengamatan tingkat ploidi berjumlah empat pada masing-masing perlakuan. Semua data pengukuran dan perhitungan dijelaskan secara deskriptif.

3.3. Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa botol-botol kultur, botol vial, cawan petri, pipet tetes, gelas ukur 100 ml, gelas piala 500 ml, erlemeyer, pinset berbagai ukuran, pipet ukur 1 ml, 5 ml, 10 ml, dan 25 ml, mata pisau, gagang scalpel, lampu spiritus, hot plate, magnetik stirer, timbangan analitik, hand sprayer, autoclave, stoma, kertas millimeter, keranjang botol, pH meter, kaca objek, cover glass, alat tulis, kamera digital, lampu ultra violet (UV lamp), Laminar Air Flow Cabinet (L AFC), dan mikroskop (Olympus Microscope Model CX21FS1).

3.3.2. Bahan

Bahan yang diperlukan pada penelitian ini adalah medium dasar Murashige-Skoog (MS), zat pengatur tumbuh benzilaminopurin (BAP), sukrosa, agar, aquadest steril, alkohol 96% dan 70%, biotin, spritus, HCl 0,1 N dan 1%, NaOH 0,1 N, aluminium foil, karet gelang, tissue gulung, tissue serbet, plastik kaca, arang aktif, selotip, lakban, acetoorcein 2%, kolkisin, dan larutan carnoys (3 etanol absolut : 1 asam asetat galsial).

3.3.3. Bahan klon tumbuhan Andalas

Bahan klon tumbuhan Andalas yang dimanfaatkan sebagai eksplan berupa tunas hasil koleksi laboratorium Kultur Jaringan Universitas Andalas. Eksplan berasal dari perbanyakan *in vitro* tumbuhan Andalas dengan sumber eksplan berasal dari Nagari

Andaleh Kabupaten Tanah Datar, Sumatra Barat pada medium MS dengan penambahan 3 mg/l BAP dan 0,2 mg/l biotin. Somaklonal yang dimanfaatkan adalah eksplan tunas hasil induksi dengan menggunakan beberapa konsentrasi kolkisin dalam rentang waktu tertentu.

3.4. Cara Kerja

3.4.1 Sterilisasi alat

Alat-alat untuk keperluan kultur seperti cawan petri, gelas ukur, gelas piala, pinset, pipet ukur, mata pisau, gagang scapel, aluminium foil, kertas saring, tissue, dan kertas disterilkan menggunakan stoma sedangkan botol-botol kultur, medium dan aquadest disterilkan menggunakan autoclave.

3.4.2 Persiapan media kultur

Media kultur yang dipakai pada penelitian ini adalah medium dasar Murashige-Shoog (MS) komposisi penuh dengan penambahan 3 mg/L BAP + 0,2 mg/L biotin + 0,7% agar + 3% sukrosa sesuai dengan yang dilakukan Suwirmen (2007) untuk media propagansi somaklonal Andaleh, medium dasar Murashige-Shoog (MS) komposisi penuh dengan penambahan 1 mg/L BAP + 0,2 mg/L biotin + 3% sukrosa untuk media induksi poliploid, medium dasar Murashige-Shoog (MS) komposisi penuh dengan penambahan 1 mg/L BAP + 0,2 mg/L biotin + 0,7% agar + 3% sukrosa sesuai dengan yang dilakukan Barus *et al.* (2010) untuk media inisiasi tunas Andaleh hasil poliploid, dan medium dasar Murashige-Shoog (MS) setengah hara makro + 0,2 mg/L biotin, + 0,2 g/l arang aktif + 0,7% agar + 3% sukrosa sesuai dengan yang dilakukan Astria *et al.* (2010) untuk media induksi perakaran tunas Andaleh hasil poliploid. Keasaman media kultur diatur hingga mencapai pH $5,5 \pm 6$

Media kultur dipanaskan sampai mendidih dan kemudian dituangkan ke dalam botol-botol kultur steril sebanyak 25 ml/botol. Media kultur ditutup dengan aluminium foil serta kertas penutup dan diikat dengan karet gelang. Medium pada botol kultur disterilisasi menggunakan autoclave selama 60 menit pada suhu 121 °C dengan tekanan 15 lbs.

3.4.3. Penanaman eksplan pada setiap tahap penelitian

Sebelum melakukan penanaman, terlebih dahulu dilakukan sterilisasi terhadap Laminar Air Flow Cabinet dengan menyemprotkan alkohol 70%. Selanjutnya semua alat dan bahan (kecuali bahan tanaman dan bahan untuk keperluan pengamatan kromosom) yang diperlukan untuk transfer dan penanaman ditempatkan di dalam LAFC dan disinari dengan lampu ultra violet (UV lamp) selama satu jam untuk kesterilan alat, bahan dan ruang tanam.

3.4.3.1 Propagasi somaklonal Andalas sebagai sumber eksplan

Tahap ini sumber eksplan berupa tunas diperbanyak secara massal. Perbanyakan eksplan dilakukan pada media MS dengan penambahan 3 mg/L BAP + 0,2 mg/L biotin + 0,7% agar + 3% sukrosa. Botol yang telah ditanami dengan eksplan kemudian ditutup dengan lakban bening dan diisolasi dengan selotip untuk menghindari terjadinya kontaminasi eksplan.

3.4.3.2 Perlakuan induksi poliploid tunas Andalas menggunakan kolkisin

Tahap ini tunas Andalas yang telah dipropagasi, dipotong dan ditempatkan dalam media cair berupa MS dengan penambahan 1 mg/L BAP + 0,2 mg/L biotin + 3% sukrosa dalam erlemeyer sebanyak 20-25 mL yang ditambahkan dengan kolkisin sebagai senyawa penginduksi poliploid. Konsentrasi kolkisin yang digunakan adalah

0,05 ; 0,10 ; dan 0,15%. Media dishaker pada kecepatan 80 rpm selama 72 dan 96 jam pada suhu $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ dengan pencahayaan normal 12 HD/12 HL. Pengambilan eksplan dari larutan kolkisin dimulai dari 72 jam setelah penginduksian dimulai dilanjutkan ke 96 jam. Eksplan dikeluarkan dari larutan kolkisin, kemudian dicuci dengan aquadest steril dan dikeringkan dengan tissue steril untuk selanjutnya ditanam pada media inisiasi tunas.

Pengambilan sumber eksplan dari medium propagasi somaklonal Andalas untuk dipindahkan ke medium induksi poliploid dilakukan pada jam-jam tertentu dengan mengurutkan waktu dari pagi sampai dengan siang sehingga didapatkan tunas Andalas yang paling baik digunakan untuk pengamatan kromosom.

3.4.3.3 Pemindahan eksplan dari media induksi poliploid ke media inisiasi tunas

Eksplan berupa tunas yang telah diinduksi dengan kolkisin dicuci dengan aquadest steril dan dikeringkan menggunakan tissue steril. Eksplan selanjutnya ditanam pada media inisiasi tunas berupa MS + 1 mg/L BAP + 0,2 mg/L biotin + 0,7% agar + 3% sukrosa. Botol yang telah ditanami dengan eksplan kemudian ditutup dengan lakban bening dan diisolasi dengan selotip untuk menghindari terjadinya kontaminasi eksplan dalam berbagai medium perlakuan. Selanjutnya dilakukan pelabelan terhadap botol kultur sesuai dengan perlakuan.

3.4.3.4. Pemindahan eksplan dari media inisiasi tunas ke media perakaran.

Eksplan berupa tunas hasil induksi kolkisin yang dipelihara di medium inisiasi dipindahkan ke medium perakaran berupa MS setengah hara makro + 0,2 mg/L biotin, + 0,2 g/l arang aktif + 0,7% agar + 3% sukrosa selama delapan minggu. Botol yang telah ditanami dengan eksplan kemudian ditutup dengan lakban bening dan diisolasi dengan selotip untuk menghindari terjadinya kontaminasi eksplan

dalam berbagai medium perlakuan. Selanjutnya dilakukan pelabelan terhadap botol kultur sesuai dengan perlakuan.

3.4.4. Pemeliharaan eksplan di ruang inkubasi

Semua botol kultur yang berisi eksplan untuk setiap tahap penelitian dipelihara pada ruang inkubasi untuk pertumbuhan eksplan. Ruang inkubasi diatur suhunya pada kisaran $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ dengan fotoperiodisme 12 HD/12 HL dan intensitas cahaya 500-1500 Lux. Setiap hari selama delapan minggu dilakukan pemeriksaan sampel perlakuan.

3.4.5 Pembuatan preparat kromosom

Ujung akar planlet hasil induksi poliploid dengan kolkisin sesuai perlakuan diisolasi pada pagi hari kemudian dipindahkan ke dalam fiksatif Carnoy's (3 etanol absolut : 1 asam asetat glasial) selama 30-45 menit dan disimpan pada suhu 5°C sampai waktu pengamatan. Untuk pengamatan, ujung akar dimaserasi dengan HCl 1% pada suhu 60°C selama 30 detik. Setelah itu ujung akar yang telah dimaserasi, diwarnai dengan larutan acetoorcein 2% selama 10-60 menit pada kaca objek. Kemudian sampel yang berada diatas kaca objek ditutup dengan cover glass, dicacah dengan hati-hati dan disquash agar sel-sel tidak bertumpuk dan tersebar merata (Yamashiro, Suzuki dan Maki 2005).

3.5 . Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan meliputi respon pertumbuhan planlet dan tingkat ploidi ujung akar planlet somaklonal tumbuhan Andalas terhadap perlakuan kolkisin.

3.5.1 Respon pertumbuhan planlet terhadap perlakuan kolkisin

Parameter pertumbuhan planlet yang dijadikan pengamatan adalah

1. Persentase muncul akar

Persentase muncul akar dihitung pada akhir perlakuan selama delapan minggu pada medium perakaran

$$\% \text{ muncul akar} = \frac{\text{Jumlah Planlet Berakar}}{\text{Jumlah Sampel}} \times 100 \%$$

2. Hari pertama muncul akar

Pengamatan hari pertama muncul akar dilakukan setiap hari selama delapan minggu pada medium perakaran.

3.5.2 Tingkat ploidi ujung akar planlet Andalas terhadap perlakuan kolkisin

Pengamatan kromosom dilakukan dengan menghitung jumlah dari kromosom yang ada pada bidang pembelahan metafase. Setelah itu preparat tersebut diamati menggunakan mikroskop Olympus Microscope Model CX21FSI pada pembesaran minimal 400 x. Pemotretan dilakukan dengan menggunakan kamera.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Respon Planlet Andalas Terhadap Perlakuan Kolkisin

Respon planlet Andalas terhadap perlakuan kolkisin meliputi persentase muncul akar dan lama terbentuknya akar (Tabel 1).

Tabel 1. Pengaruh konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap persentase muncul akar dan lama terbentuknya akar setelah delapan minggu disubkultur pada media perakaran

Perlakuan	Persentase muncul akar (%)	Hari muncul akar (hst) kisaran ($\bar{x} \pm Sd$)
Kontrol	100	22-36 ($28 \pm 5,70$)
0,05% kolkisin selama 72 jam	60	25-50 ($34 \pm 14,16$)
0,05% kolkisin selama 96 jam	80	20-27 ($22 \pm 3,51$)
0,10% kolkisin selama 72 jam	40	26-39 ($33 \pm 9,22$)
0,10% kolkisin selama 96 jam	40	21-38 ($30 \pm 12,04$)
0,15% kolkisin selama 72 jam	40	38-41 ($40 \pm 2,24$)
0,15% kolkisin selama 96 jam	20	38 (38 ± 0)

Keterangan : hst = hari setelah tanam

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa persentase muncul akar yang diperoleh secara *in vitro* sampai minggu kedelapan setelah subkultur ke medium perakaran mencapai 100% pada kontrol, sedangkan pada perlakuan persentase muncul akar tertinggi didapatkan pada konsentrasi kolkisin 0,05% selama 96 jam sebesar 80% dan persentase muncul akar terendah didapatkan pada konsentrasi kolkisin 0,15% selama 96 jam sebesar 20%. Hasil yang didapatkan memperlihatkan semakin tinggi konsentrasi kolkisin dengan waktu perendaman yang sama akan menyebabkan persentase muncul akar yang semakin rendah. Hal ini diduga pemberian kolkisin dengan konsentrasi yang tinggi akan menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat dan akar menjadi sulit tumbuh. Menurut Suryo (1995) jika konsentrasi kolkisin terlalu tinggi atau waktu perlakuan terlalu lama, maka kolkisin akan menyebabkan

pengaruh negatif, seperti kondisi tanaman menjadi tidak bagus , sel-sel banyak yang rusak dan bahkan menyebabkan kematian tanaman.

Penelitian yang dilakukan oleh Raza *et al.* (2003) pada tanaman herbaceus melaporkan bahwa persentase eksplan Melon yang diperlakukan dengan kolkisin didapatkan persentase tertinggi munculnya akar yaitu eksplan pada konsentrasi 0,01% selama 96 jam sebesar 31,5% dan persentase terendah munculnya akar yaitu eksplan pada konsentrasi 0,1% selama 96 jam sebesar 27,44%. Sedangkan persentase berakar dari eksplan yang tidak diperlakukan dengan kolkisin sebesar 36,25%.

Pengamatan rata-rata dan kisaran hari muncul akar pertama dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel 1 memperlihatkan rata-rata dan kisaran hari muncul akar pertama berbeda-beda pada setiap perlakuan dan kontrol. Rata-rata hari muncul akar pertama pada kontrol adalah hari ke- $28 \pm 5,70$ dengan kisaran muncul akar 22-36 hari setelah subkultur ke medium perakaran. Rata-rata hari muncul akar pertama lebih lambat pada konsentrasi kolkisin 0,05% selama 72 jam dibandingkan dengan kontrol yaitu hari ke- $34 \pm 14,16$ dengan kisaran muncul akar 25-50 hari setelah subkultur ke medium perakaran. Konsentrasi kolkisin 0,05% selama 96 jam menyebabkan rata-rata hari muncul akar pertama menjadi lebih cepat dibandingkan dengan konsentrasi kolkisin 0,05% selama 72 jam yaitu hari ke- $22 \pm 3,51$ dengan kisaran muncul akar 20-27 hari setelah subkultur ke dalam medium perakaran. Rata-rata hari muncul akar pertama lebih lambat pada konsentrasi 0,10% selama 72 jam dibandingkan dengan konsentrasi kolkisin 0,05% selama 96 jam yaitu hari ke $33 \pm 9,22$ dengan kisaran muncul akar 26-39 hari setelah subkultur ke dalam medium perakaran. Konsentrasi kolkisin 0,10% selama 96 jam menyebabkan rata-rata hari muncul akar pertama menjadi lebih cepat dibandingkan dengan konsentrasi kolkisin 0,10% selama 72 jam yaitu hari ke $30 \pm 12,04$ dengan kisaran muncul akar 21-38 hari setelah subkultur ke dalam medium perakaran.

Rata-rata hari muncul akar pertama lebih lambat pada konsentrasi 0,15% selama 72 jam dibandingkan dengan konsentrasi kolkisin 0,10% selama 96 jam yaitu hari ke $40 \pm 2,24$ dengan kisaran muncul akar 38-41 hari setelah subkultur ke dalam medium perakaran. Konsentrasi kolkisin 0,15% selama 96 jam menyebabkan rata-rata hari muncul akar pertama menjadi lebih cepat dibandingkan dengan konsentrasi kolkisin 0,15% selama 72 jam yaitu hari ke 38 ± 0 setelah subkultur ke dalam medium perakaran.

Hasil yang didapatkan memperlihatkan semakin tinggi konsentrasi yang diberikan maka rata-rata hari muncul akar pertama dan kisaran hari muncul akar akan menjadi lambat dengan waktu perendaman sama. Hal ini diduga konsentrasi kolkisinlah yang paling berpengaruh terhadap rata-rata hari muncul akar pertama dan kisaran hari muncul akar dibandingkan dengan lama perendaman. Hal ini berbeda dengan yang dilaporkan oleh Chakraborti *et al.* (1998) bahwa tanaman *Morus alba* L. yang diinduksi dengan konsentrasi tinggi dengan lama perendaman cepat akan menginduksi pembentukan akar dengan cepat, dimana didapatkan tanaman *Morus alba* L. tetraploid yang diinduksi dengan kolkisin 0,2% selama 24 jam membutuhkan waktu selama 12 hari untuk membentuk akar. Perbedaan ini mungkin disebabkan karena *Morus alba* merupakan tumbuhan berkayu yang tidak keras, sedangkan Andalas merupakan tumbuhan berkayu yang keras, sehingga respon yang diberikan terhadap perlakuan kolkisin juga akan berbeda-beda. Selain itu Sarathum *et al.* (2010) menyatakan bahwa konsentrasi kolkisin optimum dan waktu optimum itu pada setiap spesies berbeda-beda bahkan dalam genus yang sama pada setiap tanaman. Sarathum *et al.* (2010) mendapatkan konsentrasi *D. scabrilingue* yang lebih optimum dua kali lebih tinggi dan waktu perendaman optimum sepuluh kali lebih lama dibandingkan dengan *D. devoniatum*.

4.2 Tingkat Ploidi Ujung Akar Planlet Andalas Terhadap Perlakuan Kolkisin

Hasil pengamatan mikroskopis terhadap jumlah kromosom planlet Andalas tanpa perlakuan (kontrol) dengan perlakuan kolkisin pada masing-masing konsentrasi dan lama perendaman disajikan pada Tabel 2, Gambar 1.

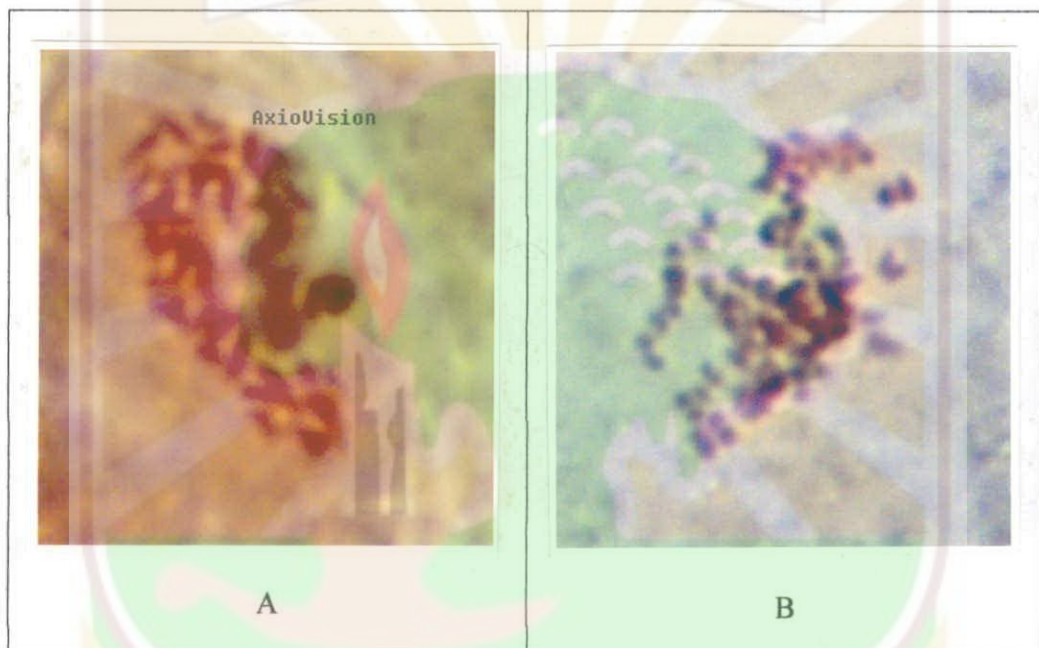
Tabel 2. Tingkat ploidi sel planlet Andalas hasil perlakuan kolkisin

Perlakuan	Jumlah planlet yang diamati	Tingkat Ploidi					
		Diploid		Tetraploid		Tidak diketahui	
		Σ	%	Σ	%	Σ	%
Kontrol	4	4	100	0	0	0	0
0,05% kolkisin selama 72 jam	4	2	50	1	25	1	25
0,05% kolkisin selama 96 jam	4	1	25	3	75	0	0
0,10% kolkisin selama 72 jam	4	1	25	2	50	1	25
0,10% kolkisin selama 96 jam	4	2	50	1	25	1	25
0,15% kolkisin selama 72 jam	4	2	50	1	25	1	25
0,15% kolkisin selama 96 jam	4	1	25	2	50	1	25

Tabel 2 memperlihatkan perlakuan kolkisin dengan konsentrasi 0,05% selama 72 jam sampai konsentrasi 0,15% selama 96 jam mampu menginduksi tanaman tetraploid. Namun tidak satu pun dari perlakuan yang dapat menginduksi tanaman tetraploid 100%. Persentase jumlah kromosom tetraploid tertinggi didapatkan pada konsentrasi kolkisin 0,05% selama 96 jam dengan persentase 75% dan persentase diploid sebesar 25%. Persentase jumlah kromosom tetraploid terendah didapatkan pada konsentrasi kolkisin 0,05% selama 72 jam; 0,10% selama 96 jam dan 0,15% selama 72 jam sebesar 25% dengan persentase kromosom diploid sebesar 50%. Chaicharoen *et al.* (1995) melaporkan bahwa dengan pemberian kolkisin secara *in vitro* pada kalus *Morus alba* Var S54 dengan konsentrasi 0,1% selama 72 jam mampu menginduksi tanaman tetraploid sebesar 47,22% dengan persentase tanaman diploid 41,67%, sedangkan pemberian kolkisin pada konsentrasi 0,05% selama 72

jam hanya mampu menginduksi tanaman tetraploid sebesar 18,31% dengan persentase tanaman diploid sebesar 78,87 %.

Tabel 1 juga memperlihatkan bahwa ada beberapa perlakuan yang tidak diketahui tingkat ploidinya yaitu perlakuan kolkisin dengan konsentrasi 0,05% selama 72 jam; kolkisin dengan konsentrasi 0,10% selama 72 dan 96 jam; dan konsentrasi 0,15% selama 72 dan 96 jam.



Gambar 1. Tingkat ploidi pada sel ujung akar planlet Andalas hasil perlakuan kolkisin (pembesaran 1000x). Keterangan : A. Diploid dan B. Tetraploid.

Chakraborti *et al.* (1998) mendapatkan konsentrasi kolkisin 0,1% dengan lama perendaman tunas 24 jam mampu menginduksi tanaman tetraploid *Morus alba* L. secara *in vitro* sebesar 39,4%. Sedangkan Dwivedi *et al.* (1986) berhasil menginduksi Mulberry kultivar RFS-135 dengan konsentrasi kolkisin 0,3% dan 0,4% dengan lama perendaman enam sampai delapan jam, persentase tetraploid tertinggi didapatkan pada konsentrasi kolkisin 0,4 % selama delapan jam.

Sarathum *et al.* (2010) menyatakan konsentrasi dan masa perendaman optimum tergantung pada metoda pelakuan. Untuk metode kultur jaringan sebaiknya dengan menggunakan konsentrasi kolkisin rendah dengan waktu perendaman yang lama. Selain itu, penelitian yang dilakukan Sarathum *et al.* (2010) pada tanaman *Dendrobium scabrilingue* L. mendapatkan tanaman tetraploid 68,66% dan 58,33% dengan konsentrasi 0,0075 % selama 504 jam dan 336 jam. Sarathum *et al.* (2010) juga menyatakan dengan konsentrasi yang tinggi dan perendaman yang lama akan menghasilkan persentase tanaman poliploidi yang tinggi. Zeng *et al.* (2006) juga melaporkan bahwa tanaman berkayu *Citrus* yang diperlakukan dengan kolkisin 0,01% selama 24 jam, hanya mampu membentuk tanaman tetraploid sebesar 17,71%. Selanjutnya Wang *et al.* (2010) melaporkan bahwa, pada tanaman *Morus multicaulis* Poir. yang diperlakukan dengan konsentrasi kolkisin 0,25% selama 120 jam mampu membentuk tanaman tetraploid tertinggi dengan persentase $20 \pm 1,5$ %. Untuk mendapatkan tanaman Andalas tetraploid yang 100% perlu dilakukan penambahan waktu perendaman menjadi 120 jam dengan konsentrasi kolkisin sebesar 0,05 %.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian penggandaan kromosom pada tumbuhan Andalas (*Morus macroura* Miq. var. *macroura*) dengan perlakuan kolkisin didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Persentase muncul akar tertinggi, hari terbentuknya akar tercepat diperoleh dari kolkisin dengan konsentrasi 0,15% selama 96 jam dan persentase muncul akar terendah, hari terbentuknya akar terlama diperoleh dari kolkisin dengan konsentrasi 0,05% selama 96 jam.
2. Konsentrasi kolkisin 0,05% dengan lama perendaman 96 jam paling tinggi untuk menginduksi tunas tumbuhan Andalas menjadi tetraploid yaitu sebesar 75 %.

5.2 Saran

Untuk mendapatkan 100% tanaman Andalas tetraploid perlu dilakukan penambahan waktu perendaman dengan penggunaan kolkisin pada konsentrasi 0,05 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Anis, M., M. Faisal and S. K. Singh. 2003. Micropropagation of mulberry (*Morus alba* L) through *in vitro* culture of shoot tip and nodal explant. *Plant Tissue Culture* 13(1): 47-51.
- Amperawati, T dan E. Sapulete. 2001. Andalas (*Morus macroura* Miq): Jenis Potensial Sumatera Barat yang belum Dimanfaatkan. *Jurnal Konifera*. Visi dan Informasi Teknis BPK Pematang Siantar No 1/THN XVI/DESEMBER/2001 hal.1-5.
- Astria, N., Suwirman, Z. Dawair, M. Idris dan Arina. 2010. Induksi perakaran eksplan tunas andalas (*Morus macroura* Miq., var *macroura*) secara *In Vitro*. Dalam: Zul, S., R. Elvira dan Fitmawati (Eds). *Prosiding Semirata PTN Barat Bidang Ilmu MIPA Ke -23 Peran MIPA dalam Pemanfaatan Sumber Daya Alam untuk Meningkatkan Kualitas Hidup Manusia*. Universitas Riau. Pekanbaru, 10-11 Mei 2011. Pusat Pengembangan Pendidikan Universitas Riau. Pp : 217-222.
- Awasthi, A., G. M. Nagaraja, G. V. Naik, S. Kanginakudru, K. Thangavelu, and J. Nagaraju. 2004. Genetic diversity and relationships in mulberry (genus *Morus*) as revealed by RAPD and ISSR marker assays. *BMC Genetis* 2004, 5 :1.
- Barus, I.S., Suwirman, N. W. Surya, M. Idris dan E.M Agustin. 2010. Multiplikasi tunas andalas (*Morus macroura* Miq) dengan penambahan benziladenin dan kinetin pada media MS. Jurusan Biologi : Padang Dalam: Zul, S., R. Elvira dan Fitmawati (Eds). *Prosiding Semirata PTN Barat Bidang Ilmu MIPA Ke - 23 Peran MIPA dalam Pemanfaatan Sumber Daya Alam untuk Meningkatkan Kualitas Hidup Manusia*. Universitas Riau. Pekanbaru, 10-11 Mei 2011. Pusat Pengembangan Pendidikan Universitas Riau. Pp : 217-222.
- Brewbaker, J. L. 1984. *Genetika Pertanian*. Seri Lembaga Genetika Modern. Penerbit Gede Jaya. Jakarta.
- Chaicharoen, S., A. Satrabhandhu and M. Khuatrachue. 1995. *In vitro* induction of poliploidy in white mulberry (*Morus alba* Var. S54) by colchicine treatment. *J.Sci. Soc. Thailand*. 21: 229-242.
- Chakraborti, S.P., K. Vijayan, B. N. Roy and S. M. H. Qadri. 1998. *In vitro* induction of tetraploidy in mulberry (*Morus alba* L.). *Plant Cell Reports* 17 : 799-803.
- Corner, E. J. H. 1962. The Classification of Moraceae. *The Gardens Buletin Singapore* XIX (II): 187-252.

- Dahlan, S. 1992. Beberapa Segi Biologi Pohon Andalas (*Morus macroura* Miq). *Seminar Lustrum FMIPA Unand 17 September*.
- . 1993. Study pendahuluan perbungaan pohon andalas. *Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*. 2(2): 9-14.
- . 1994. Mengenal *Morus macroura* Miq. maskot flora Sumatera Barat. *Jurnal Penelitian Andalas* 4 (15): 17-20.
- Dahlan, S., Mansyurdin dan A. Salsabila. 1993. *Beberapa Aspek Biologi Pembungaan Pohon Andalas (Morus macroura* Miq). Laporan Basic Science FMIPA Universitas Andals. Padang.
- Darmansyah. 1993. *Respon Pertumbuhan Potongan Daun Andalas (Morus macroura* Miq) dengan Penambahan IAA dan Kinetin pada Medium Murashige-Skoog. Sripsi Sarjana Biologi FMIPA Universitas Andalas. Padang.
- Desniwarni. 1996. *Studi Beberapa Aspek Ekologi dari Tumbuhan Andalas (Morus Macroura* Miq) di Katiagan Paninjauan dan Batu Anjing Maninjau. Skripsi Sarjana Biologi MIPA. Universitas Andalas. Padang.
- Ditjen BPDASPS, 2010. *Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia*.
- Dwivedi, N. K., A. K. Sikdar, S. B. Dandin, C. R. Sastry and M. S. Jolly. 1986. Induced tetraploidy in mulberry morphological, anatomical and cytological investigations in cultivar RFS-135. *Cytologia* 51: 393-401.
- Eigsti, O. J., and P. Dustin., 1957. *Colchicine Agriculture Medicine, Biology and Chemistry*. Iowa State College Press, Iowa.
- Ermayanti, T. M., dan D. Hastuti. 2009. Pertumbuhan dan variasi jumlah kromosom akar rambut *Morus macroura* Miq. hasil transformasi dengan beberapa galur Agrobacterium. *Jurnal Biota* 14 (2): 94-104
- Gunawan, L.W. 1988. *Teknik Kultur Jaringan*. Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor. Hal 245 .
- George, E. F., and P. D. Sherrington. 1984. *Plant Propagation by Tissue Culture*. Handbook and Directory of Commersial Laboratories.
- Idris, M. 2008. *Seleksi Somaklonal Tumbuhan Andalas (Morus macroura* Miq) yang Toleran Terhadap Cekaman Kekeringan Secara In Vitro Menggunakan Polietilena Glikol (PEG). Tesis Pasca Sarjana Universitas Andalas. Padang.

- Kallo, D. R. 1996. *Vegetable Breeding*. Vol. 1. CRC Press Inc. Florida.
- Kulkarni, M., and U. Deshpande. 2007. In vitro screening of tomato genotypes for drought tolerance using polyethylene glycol. *African Journal of Biotechnology* 6 : 691-696.
- Kurniawati, T. 2002. *Kajian Aspek Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Melon Tetraploid Hasil Induksi Kolkisin*. Tesis Pascasarjana Universitas Andalas. Padang.
- Lestari, E. G. 2006. Mekanisme toleransi dan metode seleksi tumbuhan yang tahan terhadap cekaman kekeringan : Tinjauan Ulang. *Berita Biologi* 8 (3): 215-222.
- Mansyurdin, Hamru, dan D. Murni. 2004. Induksi tetraploid pada tanaman cabai merah keriting dan cabai rawit dengan kolkisin. *Stigma* 12 (3): 297 – 300.
- Mansyurdin. 2000. Penggandaan Kromosom Tanaman Cabai Keriting dan Cabai Rawit. *Artikel Penelitian Doktor Muda*. SPP/DPP Universitas Andalas Tahun 1999/2000.
- Pemda Tingkat I Sumatra Barat. 1991. *Flora dan Fauna Identitas Propinsi Sumatra Barat*. Pemda Tingkat I Sumatra Barat.
- Poespodarsono, S. 1988. *Dasar-Dasar Pemuliaaan Tanaman*. Pusat Antar Universitas, IPB, Bogor. Hal 41-44.
- Pohan, S. D. 2006. *Kultur Tunas Tumbuhan Andalas (Morus macroura Miq) pada Beberapa Media secara In Vitro*. Skripsi Sarjana Biologi FMIPA Universitas Andalas : Padang.
- Prawira, B. S. A. dan Oetja .1975. Pengenalan jenis-jenis pohon ekspor. *Serie ke VII*. Proyek Penelitian Hutan Pusat Sub Proyek Inventarisasi Hutan Tropik. *Inventarisasi Flora Hutan*. Hal 14 – 15.
- Puspita, Rani. 2009. *Induksi Kalus Andalas (Morus macroura Miq) yang Toleran Terhadap Cekaman Kekeringan Menggunakan Polietilena Glikol (PEG)*. Skripsi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas: Padang.
- Raza, H., M. Jaskani, M. M. Khan and T. A. Malik. 2003. *In vitro* induction of polyploids in watermelon and estimation based on DNA content. *International Journal of Africulture and Biology* 5 (3): 298-302.

- Santosa, R., dan S. Anggorowati. 1993. Pengaruh pemberian perlakuan kolkisin terhadap pertumbuhan dan produksi buah tomat. *Majalah Ilmiah Universitas Sudirman* 4 (XIX): 24-31.
- Sarathum, S., M. Hegele, S. Tantivivat, and M. Nanakorn. 2010. Effect of concentration and duration of colchicine treatment on polyploidy induction in *Dendrobium scabrilingue* L. *Europ.J.Hort.Sci.* 75 (3): 123-127.
- Setyawan, A. D., dan Suktino. 2000. Karyotipe kromosom pada *Allium sativum* L (Bawang Putih) *Pisum sativum* L (Kacang Kapri). *Bio SMART Jurnal Of Biological Science* 2 (1): 20-27.
- Sitompul, S. M. dan B. Guritno. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Gajha Mada University Press. Yogyakarta.
- Soekamto, N.H., S. A. Achmad, E. L. Ghisalberti, N. Aimi, E. H. Hakim dan Y. M. Syah. 2003. Beberapa senyawa fenol dari tumbuhan *Morus macroura* Miq. *Jurnal Matematika dan Sains* 8 (1): 35-40.
- Stebbins, G. L. 1971. *Chromosomal Evolution in Higher Plants*. Edward Arnold (Publishers) Ltd., London.
- Sulistianingsih, R., Z. A. Suyanto dan N. A. Noer. 2004. Peningkatan kualitas anggrek *Dendrobium hibrida* dengan pemberian kolkisin. *Jurnal Ilmu Pertanian* 11 (1): 13-21.
- Suryo, 1995. *Sitogenetika*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Suwirmen, 2007. Produksi Bibit Pohon Andalas (*Morus macroura* Miq) secara *In Vitro* dalam Upaya Pelestarian Maskot Flora Sumatra Barat. *Laporan Research Grant Technological and Profesional Skill Development Sector Project (TPSDP) Batch III/2006*. Universitas Andalas. Padang.
- Vitria. 2000. *Viabilitas Polen dan Tingkah Laku Meiosis Tanaman Tetraploid Cabai Merah Keriting (Capsicum annum L) dan Cabai Rawit (Capsicum frutescens L)*. Skripsi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas: Padang.
- Wang, X. L., J. X. Zhou, M. D. Yu, Z. G. Li, X. Y. Jin and Q. Y. Li. 2010. Highly efficient plant regeneration and *in vitro* polyploidy induction using hypocotyl explants from diploid mulberry (*Morus multicaulis* Poir.). *In Viro Cell. Dev. Biol. Plant*. Published Online 17 November 2010. DOI 10.1007/s11627-010-9328-1.
- Yamashiro, T., K. Suzuki and M. Maki. 2005. Chromosome numbers of *Isodon* (Lamiaceae) in Japan. *Acta Phytotax. Geobot.* 56 (3): 241-246.

- Ye, Z., Y. Y. Wang and H. Q. Tian. 2009. Regeneration of plantlets and tetraploidy induction in *Pseudostellaria heterophylla*. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica* 51 (2): 13-18.
- Zeng, S. H., C. W. Chen, L. Hong, J. H. Liu and X. X. Deng. 2006. *In vitro* induction, regeneration and analysis of autotetraploids derived from protoplast and callus treated with colchicine in Citrus. *Plant Cell Tiss. Organ Cult.* 87 :85-93.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Persentase muncul akar dan standar deviasi rata-rata hari pertama muncul akar

Eksplan ke	Perlakuan						
	A0B0	A1B1	A1B2	A2B1	A2B2	A3B1	A3B2
1	22 hst	-	27 hst	-	-	-	38 hst
2	36 hst	-	-	26 hst	-	38 hst	-
3	27 hst	26 hst	20 hst	39 hst	38 hst	-	-
4	23 hst	50 hst	20 hst	-	-	41 hst	-
5	30 hst	25 hst	20 hst	-	21 hst	-	-
Σ	5	3	4	2	2	2	1
\bar{x}	28	34	22	33	30	40	38

Keterangan :

- : akarnya tidak tumbuh

Σ : jumlah akar yang tumbuh

\bar{x} : rata-rata muncul akar pertama

hst : hari setelah tanam

A0B0 : konsentrasi kolkisin 0 % selama 0 jam (kontrol)

A1B1 : konsentrasi kolkisin 0,05 % selama 72 jam

A1B2 : konsentrasi kolkisin 0,05 % selama 96 jam

A2B1 : konsentrasi kolkisin 0,10 % selama 72 jam

A2B2 : konsentrasi kolkisin 0,10 % selama 96 jam

A3B1 : konsentrasi kolkisin 0,15 % selama 72 jam

A3B1 : konsentrasi kolkisin 0,15 % selama 96 jam

Persentase muncul akar

$$\% \text{ muncul akar} = \frac{\text{Jumlah planlet berakar}}{\text{Jumlah sampel}} \times 100 \%$$

1. Konsentrasi kolkisin 0 % selama 0 jam (kontrol)

$$\begin{aligned} \% \text{ muncul akar} &= 5/5 \times 100 \% \\ &= 100 \% \end{aligned}$$

2. Konsentrasi kolkisin 0,05 % selama 72 jam

$$\begin{aligned} \% \text{ muncul akar} &= 3/5 \times 100 \% \\ &= 60 \% \end{aligned}$$

3. Konsentrasi kolkisin 0,05 % selama 96 jam

$$\begin{aligned} \% \text{ muncul akar} &= 4/5 \times 100 \% \\ &= 80 \% \end{aligned}$$

4. Konsentrasi kolkisin 0,10 % selama 72 jam

$$\begin{aligned} \% \text{ muncul akar} &= 2/5 \times 100 \% \\ &= 40 \% \end{aligned}$$

5. Konsentrasi kolkisin 0,10 % selama 96 jam

$$\begin{aligned} \% \text{ muncul akar} &= 2/5 \times 100 \% \\ &= 40 \% \end{aligned}$$

6. Konsentrasi kolkisin 0,15 % selama 72 jam

$$\begin{aligned} \% \text{ muncul akar} &= 2/5 \times 100 \% \\ &= 40 \% \end{aligned}$$

7. Konsentrasi kolkisin 0,15 % selama 96 jam

$$\begin{aligned} \% \text{ muncul akar} &= 1/5 \times 100 \% \\ &= 20 \% \end{aligned}$$

Standar Deviasi

$$S^2 = \frac{\sum (X_n - \bar{x})^2}{n-1}$$

$$Sd = \sqrt{S^2}$$

1. Konsentrasi kolkisin 0 % selama 0 jam

$$S^2 = \frac{\sum (X_n - \bar{x})^2}{n-1}$$

$$S^2 = \frac{(22-28)^2 + (36-28)^2 + (27-28)^2 + (23-28)^2 + (30-28)^2}{5-1}$$

$$S^2 = 32,5$$

$$Sd = \sqrt{S^2}$$

$$Sd = \sqrt{32,5}$$

$$= 5,70$$

2. Konsentrasi kolkisin 0,05 % selama 72 jam

$$S^2 = \frac{\sum (X_n - \bar{x})^2}{n-1}$$

$$S^2 = \frac{(26-34)^2 + (50-34)^2 + (25-34)^2}{3-1}$$

$$S^2 = 200,5$$

$$Sd = \sqrt{S^2}$$

$$Sd = \sqrt{200,5}$$

$$= 14,16$$

3. Konsentrasi kolkisin 0,050 % selama 96 jam

$$S^2 = \frac{\sum (X_n - \bar{x})^2}{n-1}$$

$$S^2 = \frac{(27-22)^2 + (20-22)^2 + (20-22)^2 + (20-22)^2}{4-1}$$

$$S^2 = 12,33$$

$$Sd = \sqrt{S^2}$$

$$Sd = \sqrt{12,33}$$

$$= 3,51$$

4. Konsentrasi kolkisin 0,100 % selama 72 jam

$$S^2 = \frac{\sum (X_n - \bar{x})^2}{n-1}$$

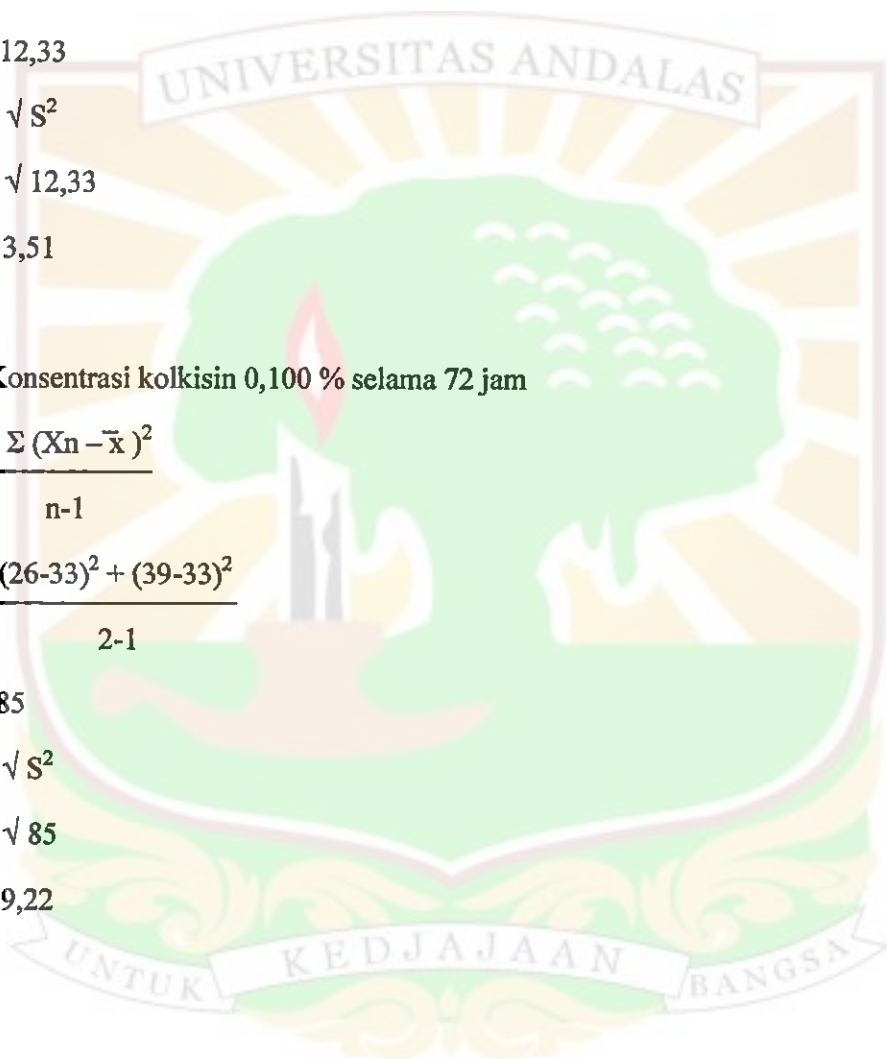
$$S^2 = \frac{(26-33)^2 + (39-33)^2}{2-1}$$

$$S^2 = 85$$

$$Sd = \sqrt{S^2}$$

$$Sd = \sqrt{85}$$

$$= 9,22$$



5. Konsentrasi kolkisin 0,100 % selama 96 jam

$$S^2 = \frac{\sum (X_n - \bar{x})^2}{n-1}$$

$$S^2 = \frac{(21-30)^2 + (38-30)^2}{2-1}$$

$$S^2 = 145$$

$$Sd = \sqrt{S^2}$$

$$Sd = \sqrt{145} \\ = 12,04$$

6. Konsentrasi kolkisin 0,150 % selama 72 jam

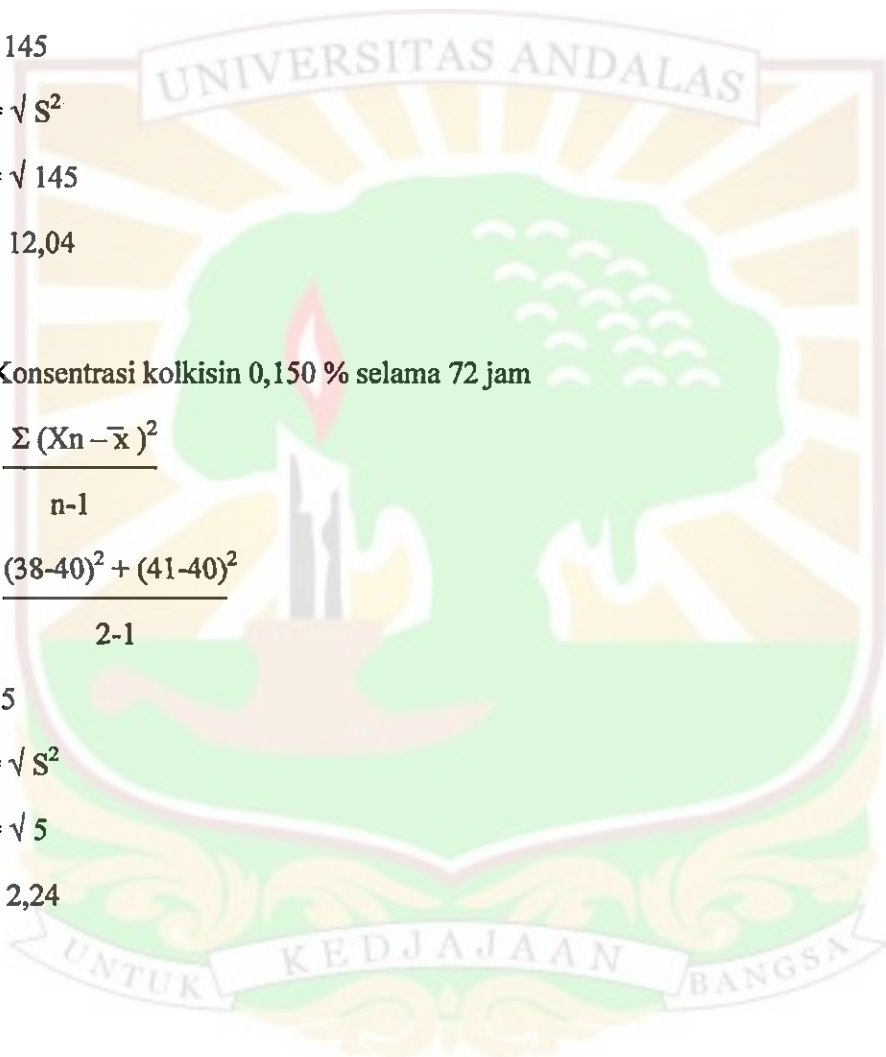
$$S^2 = \frac{\sum (X_n - \bar{x})^2}{n-1}$$

$$S^2 = \frac{(38-40)^2 + (41-40)^2}{2-1}$$

$$S^2 = 5$$

$$Sd = \sqrt{S^2}$$

$$Sd = \sqrt{5} \\ = 2,24$$



7. Konsentrasi kolkisin 0,150 % selama 96 jam

$$S^2 = \frac{\sum (X_n - \bar{x})^2}{n-1}$$

$$S^2 = \frac{(38-38)^2}{1-1}$$

$$S^2 = 0$$

$$S_d = \sqrt{S^2}$$

$$S_d = \sqrt{0}$$

$$= 0$$



Lampiran 2. Komposisi Medium Murashige & Skoog (MS)

No	Komponen	Jumlah mg/l
1.	Larutan Stok I	
	NH_4NO_3	1650,00
	KNO_3	1900,00
	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	440,00
	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	370,00
	KH_2PO_4	170,00
2.	Larutan Stok II	
	KI	0,83
	H_3BO_3	6,20
	$\text{MnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	22,30
	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	8,60
	$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,25
	$\text{CuSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,025
	$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0,025
3.	Larutan Stok III	
	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	27,80
	$\text{Na}_2\text{EDTA} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	37,30
4.	Larutan Stok IV	
	Nicotinic Acid	0,50
	Pyridoksin HCl	0,50
	Thiamin HCl	0,10
	Glysin	2,00
5.	Larutan Stok V	
	Myoinositol	100,00
6.	Sukrosa	30 gram
7.	Agar	7 gram
8.	pH	5,5-6,0

Sumber : George and Sherrington (1984).

Lampiran 3. Gambar tanaman Andalus yang sudah berakar dalam medium perakaran pada berbagai perlakuan



BIODATA



Nama : Anzharni Fajrina S.Si

Tempat dan Tanggal Lahir : Bayur, 5 Februari 1990

Jenis Kelamin : Perempuan

Agama : Islam

Status : Belum kawin

Alamat : Jln. M. Hatta No 6 Pasar Baru, Padang, Sumatera Barat

Telepon : 085263828048

E-mail : rina_0810422017@yahoo.com

Nama Orang Tua

- Ayah : Drs. Fardinal Tanjung
- Ibu : Netti Warni BA (Almh)

Pendidikan formal

- 1996 – 2002 : SD N 01 Koto Baru Balai Janggo, Payakumbuh
- 2002 – 2005 : SMP N 1 Payakumbuh
- 2005 – 2008 : SMA N 2 Payakumbuh
- 2008 – 2012 : Mahasiswi Biologi FMIPA UNAND

Pengalaman organisasi

- 2009/2010 : Anggota Kelompok Study Herpetologi Salvator UNAND
- 2009/2010 : Anggota Staff Departemen Info, BEM FMIPA UNAND
- 2010/2011 : Anggota Staff Departemen PSDM, BEM FMIPA UNAND